

Глава 9. Экологические исследования

Структура подразделения экологических исследований

История экологических исследований ДВНИГМИ гораздо короче, чем, например, океанографических или метеорологических, и насчитывает всего немногим более 30 лет. Отдел изучения загрязнения внешней среды (ОИЗВС) был создан в 1972 г., когда ДВНИГМИ и Приморское управление по гидрометеорологии и контролю и природной среды (ПУГКС) составляли единое целое. Поэтому ОИЗВС первоначально объединял научных сотрудников, инженеров и техников, выполнявших как научно-исследовательские работы, так и оперативный контроль загрязнения воздуха, речных и морских вод, почв, а также радиоактивного загрязнения в рамках специализированных лабораторий, расположенных по ул. Снеговой 121, которые ныне входят в состав ПУГКС (ныне ПУГМС).

С начала создания ОИЗВС и до 1980 г. (т.е. до разделения ДВНИГМИ и ПУГМС) его возглавлял Вадим Семенович Беленький. В 1980 г. после разделения ДВНИГМИ и ПУГМС произошли определенные структурные и кадровые изменения ОИЗВС, коснувшиеся как ДВНИГМИ, так и ПУГМС. ОИЗВС в качестве структурного подразделения ДВНИГМИ переместился из помещения по ул. Снеговой 121 в основное здание ДВНИГМИ, а в ПУГМС организовался центр мониторинга во главе с В. С. Беленьким. ОИЗВС возглавил к.ф.-м.н. Анатолий Александрович Калмаков. В рамках ОИЗВС были организованы две лаборатории, одну из которых (лабораторию дампинга) возглавил А. А. Калмаков, а другую (лабораторию биосферного мониторинга) — к.м.н. Эмиль Григорьевич Потиевский.

В 1986 г. А. А. Калмыкова на посту заведующего лабораторией сменил Александр Васильевич Ткалин. Вскоре после отъезда и перехода ряда сотрудников в другие институты деление ОИЗВС на лаборатории было ликвидировано, а сам отдел стал называться лабо-



В. С. Беленький, первый руководитель отдела

раторией экологического мониторинга (ЛЭМ). Спустя несколько лет ЛЭМ снова преобразовалась в отдел экологического мониторинга (ОЭМ), который в 1997 г. объединился с отделом океанографии. В результате образовался отдел океанографии и экологии моря (ООЭМ), который существует по настоящее время. Следует отметить, что деловое и творческое сотрудничество сотрудников-экологов ДВНИГМИ и ПУГМС существует и поныне. За время функционирования отдела в деятельности экологов сложились следующие основные научные направления:

- изучение загрязнения морской среды в открытых акваториях морей и океанов и в прибрежной зоне;
- исследование состояния морских вод в открытых районах океана для оценки возможных антропогенных экологических последствий крупномасштабной промышленной добычи железомарганцевых конкреций (ЖМК), залегающих на дне океанов;
- изучение биологических откликов на загрязнение морской среды (с использованием бактерио-, фито и зоопланктона в качестве индикаторов);
- исследование и прогноз загрязнения атмосферного воздуха в городах Приморского края;
- исследование фонового состояния природной среды в Сихотэ-Алинском биосферном заповеднике.

Кроме этого, специалисты отдела осуществляли научно-методическое руководство гидрохимическими измерениями и наблюдениями за загрязнением морской среды, выполнявшимися на НИС института.

Загрязнение морской среды

В области изучения загрязнения морской среды работали В. С. Беленький, В. Н. Бурик, Г. С. Головакина, З. П. Редковская, А. В. Ткалин, Е. Н. Шаповалов, а также инженеры и техники А. Г. Важева, Т. Е. Серикова, О. Н. Смирнова, А. М. Фельдман, В. Д. Шилина и другие.

Несмотря на большой объем организационных мероприятий по становлению и техническому оснащению ОИЗВС, уже в 1972–1976 гг. были проведены, в частности, исследования загрязнения морской среды на шельфе Сахалина в результате воздействия сбросов целлюлозно-бумажных комбинатов, а в 1975 г. вышла из печати работа В. С. Беленького “Особенности распределения концентраций продуктов деления над Тихим и Индийским океанами и их использование при исследовании внутритропической зоны конвергенции” [1], в которой приведены данные о естественной и искусственной радиоактивной загрязненности приводного слоя воздуха, полученные во время рейса НИС “Академик Ширшов” в декабре 1973 — феврале 1974 гг. в Тихом и Индийском океанах, а также указано, что в воздушных массах северного и южного полушарий отмечается различный изотопный состав продуктов деления, позволяющий использовать радиометрические данные для обнаружения зон их раздела, в частности, внутритропической зоны конвергенции (ВТЗК). Показана возможность исполь-

зования в качестве радиоактивной метки воздушной массы отношения суммарной бетаактивности к активности бериллия-7.

В это же время в сотрудничестве со специалистами Тихоокеанского океанологического института Дальневосточного научного центра (ТОИ ДВНЦ) и ряда центральных институтов были исследованы закономерности миграции тяжелых металлов в системе река-море на примере приустьевой зоны р. Раздольная в Амурском заливе, нашедшие освещение в тематическом сборнике ДВНИГМИ "Оценки миграции загрязняющих веществ и их воздействия на природную среду" под ред. В. С. Беленького [2].

3. П. Редковская с группой сотрудников изучала скорости деструкции загрязняющих веществ в морской среде (в том числе и посредством постановки натуральных экспериментов) и влияние химического загрязнения на кислородный режим залива Петра Великого [3, 4].

В начале 80-х годов прошлого столетия исследование специалистов-экологов ДВНИГМИ под руководством В. С. Беленького и А. В. Ткалина и при их личном участии были направлены на изучение влияния пленок нефтепродуктов на процессы, определяющие кислородный режим поверхностных вод морей и океанов: газо-, влаго- и теплообмен с атмосферой, фотосинтез, окисление, горизонтальное и вертикальное перемешивание, а также воздействие нефтяных пленок на метеоэлементы в приземном слое атмосферы, динамическую скорость воздушного потока, параметр шероховатости и коэффициент сопротивления. Предложены два различных метода расчета степени покрытия поверхности океана пленками нефтепродуктов при нефтяных разливах [5–10], а также формулы, которые позволяют рассчитать изменения концентрации растворенного в мор-

ской воде кислорода под нефтяным пятном, обусловленные нарушением газообмена с атмосферой и подавлением фотосинтеза фитопланктона.

Так как в семидесятые годы внимание международной общественности было привлечено к проблеме нефтяного загрязнения (во многом "благодаря" нескольким крупным катастрофам танкеров), исследования специалистов ДВНИГМИ были направлены на изучение распределения нефтяных углеводородов в приземном слое атмосферы, в поверхностном микрослое (ПМС) на границе раздела вода-воздух, в поверхностных пленках и в водной толще. Изучение содержания токсичных металлов и хлорированных углеводородов началось позже, когда появилась соответствующая аналитическая база.

Комплексные исследования состояния загрязнения морской среды были начаты с северо-западной части Тихого океана и прибрежной зоны его окраинных морей.

С. С. Лишавским [11] осуществлялась оценка суммарного содержания нефтепродуктов в приземном слое атмосферы над некоторыми районами Тихого океана. В. С. Беленьким и А. В. Ткалиным [12] рассмотрены результаты проведения в ДВНИГМИ исследований различных форм нефтяного загрязнения северо-западной части Тихого океана, позволивших оценить фоновый уровень содержания нефтепродуктов в водной толще, определить частоту встречаемости пленок нефти и степень покрытия ими поверхности океана, выявить степень накопления нефтяных углеводородов в поверхностном микрослое моря и ориентировочно рассчитать время пребывания нефтепродуктов на поверхности раздела океан-атмосфера, что необходимо для разработки прогноза уровня загрязнения океана.



Сотрудники ЛЭМ ДВНИГМИ на демонстрации



Приборы для отбора проб

В вышедшем из печати в 1985 г. сборнике “Проблемы химического загрязнения вод Мирового океана. Динамика и прогноз загрязнения океанических вод”, том 1, В. С. Беленьким, Г. С. Головакиной, А. В. Ткалиным, А. М. Фельдман [13] в разделе “Динамика загрязнения вод северо-западной части Тихого океана в 1976–1982 гг.” по данным НИС ДВНИГМИ представлен подробный обзор загрязнения нефтяными углеводородами на поверхности, в поверхностном микрослое (ПМС), в толще вод, а также загрязнение синтетическими поверхностно-активными веществами (СПАВ) и токсичными металлами (ТМ) в ПМС и толще вод на обширных акваториях северо-западной части Тихого океана, Японского и Южно-Китайского морей.

Однако, это были лишь первые шаги в осуществлении ширококомасштабных исследований загрязнения природной среды и, в частности, в проведении натуральных экспериментов и теоретических расчетов с разливами разных типов нефтепродуктов в прибрежной зоне Японского моря, Тихом и Индийском океанах и в других районах Мирового океана. В. С. Беленьким и А. В. Ткалиным [14] этот цикл исследований был продолжен в районах Средиземного и Красного морей, в тропической зоне Индийского и Тихого океанов. В результате были получены предварительные данные о фоновом загрязнении поверхностных вод и был опробован экстрактор непрерывного действия, который в сочетании с ИК анализатором позволил определять концентрации нефтяных углеводородов на уровне 0.75 мкг/л . А. В. Ткалиным и А. М. Фельдман [15] по материалам экспедиционных рейсов НИС за 1978–1980 гг. дан обзор состояния нефтяного загрязнения вод северо-западной части Тихого океана.

А. В. Ткалиным [16] проанализировано накопление загрязняющих веществ (СПАВ и нефтяных углеводородов) в ПМС морской воды в районах Тихого океана с различной интенсивностью антропогенного воздействия за период 1979–1981 гг.

А. А. Калмаковым и А. В. Ткалиным [17] рассмотрены результаты исследований химического загрязнения вод Тихого океана, выполненных на НИС за период по 1986 г. Оценены частота обнаружения нефтяных пленок на поверхности моря и средний уровень содержания нефтепродуктов в ПМС и в водной толще. Проанализировано пространственное и вертикальное распределение детергентов и токсичных металлов в различных районах Тихого океана. Выделены зоны с повышенным содержанием указанных поллютантов.

В. В. Поздеевым в [18] приводятся результаты измерений содержания нефтяных углеводородов в аэрозолях приводного слоя атмосферы над отдельными районами Тихого океана, рассмотрена связь между концентрациями углеводородов в ПМС океана и приводном слое атмосферы.

Параллельно с описанными исследованиями А. В. Ткалиным [19–21], А. В. Ткалиным и А. М. Фельдман [22], О. Г. Константиновым и Е. Н. Шаповаловым [23] разработаны теоретические оценки, методы и модели расчетов нефтяного загрязнения, а также новые методы и приборы наблюдений за нефтяными пленками в море.

Так, в [19] предложен и проверен на независимом материале простой способ расчета степени покрытия морской поверхности пленками нефтепродуктов, расчетные значения хорошо согласуются с натурными данными и подтверждаются результатами наблюдений других авторов.

В [20] представлены формулы для расчета испарения индивидуальных углеводородов и углеводородных

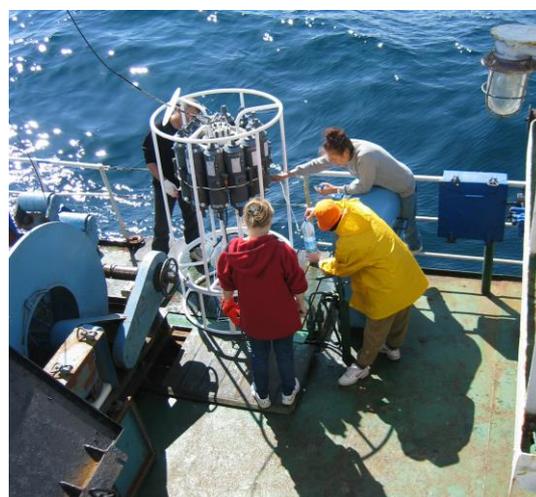
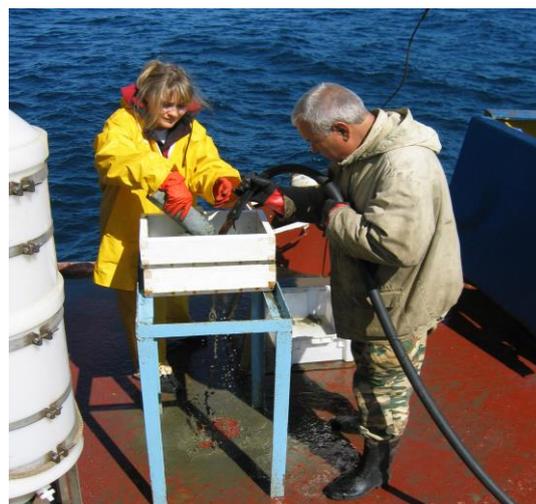
фракций из пленок нефтепродуктов различной толщины и природы. Результаты расчетов удовлетворительно согласуются с данными лабораторных и натуральных экспериментов.

В [21, 22] предложены простые схемы расчета баланса нефтяных углеводородов для сравнительно небольших полузамкнутых морских акваторий, которые могут быть использованы для моделирования и прогнозирования уровня нефтяного загрязнения. Результаты расчетов согласуются с натурными данными по содержанию нефтепродуктов в водной толще с погрешностью $\pm 7\%$ для средних годовых концентраций. Расчетные схемы применимы также для определения значений предельно допустимых сбросов нефтепродуктов в море и моделирования аварийных разливов нефти. Модельные расчеты могут проводиться для любой мелководной полузамкнутой акватории.

В [23] рассмотрена возможность регистрации нефтяных пленок в море по яркостному контрасту моря и неба. Предложена схема прибора-регистратора изменений контраста яркости морской поверхности, разработанного и испытанного в натуральных условиях в 28-м рейсе НИС «Академик Ширшов». Прибор позволяет надежно фиксировать границы нефтяного пятна по пути следования судна. В 1986 г. А. В. Ткалин возглавил ОИЗВС и активно способствовал приходу в отдел перспективных специалистов. В это время появились гидробиологи В. Л. Климова, Т. А. Белан, Б. М. Борисов, В. В. Копылов, И. А. Коржииков, И. В. Квасник, Е. А. Слюсаренко, а также сотрудники других специальностей: Т. С. Лишавская, Л. Г. Ларионова, Н. М. Кулинич, А. В. Севастьянов, С. И. Черных, Т. Е. Назаренко, И. М. Новикова, Т. В. Жемердеева, Т. В. Чаткина, О. И. Щетинкина, которые активно включились в исследовательский процесс.

Исследования воздействия дампинга загрязненных донных отложений на состояние водной среды. Большой комплекс научных и экспедиционных исследований, модельных расчетов и лабораторных экспериментов был проведен для оценки воздействия дампинга загрязненных донных отложений, извлеченных при дноуглубительных работах в портах, на состояние морской среды и биоту. В частности, А. В. Ткалиным и Е. Н. Шаповаловым [24, 25] обсуждены результаты лабораторных экспериментов по моделированию процесса переноса нефтяных углеводородов из загрязненных донных отложений в морскую воду при интенсивном перемешивании. Оценены масштабы вторичного загрязнения морской среды при взмучивании донных отложений, изучена динамика этого процесса в условиях эксперимента. Показано, что определяющую роль в переносе нефтепродуктов из донных отложений в воду играет гранулометрический состав грунтов и их сорбционная способность, подавляющая часть нефтяных углеводородов связана со взвесью и быстро оседает на дно. В [25] ими на основе изучения содержания тяжелых металлов в донных отложениях Амурского залива выделены зоны, подверженные непосредственному влиянию дампинга загрязненных грунтов. Показано, что в исследуемом районе площадь загрязнений зоны значительно превышает площадь района, отведенного для дампинга грунтов.

В. Л. Климовой [26] исследование районов дампинга в Амурском заливе позволило оценить последствия сбросов грунта, извлеченного при дноуглубительных работах, на качество морской среды и биоты. Отмечено увеличение интенсивности фотосинтеза одноклеточных водорослей в районах сброса грунтов и уменьшение в



Отбор и сортировка проб

ряде случаев плотности зоопланктонных организмов. Наибольшее негативное влияние дампинг оказывает на донное население районов сброса. Здесь отмечено нарушение структуры донных биоценозов, снижение численности и биомассы организмов. По характерным организмам выделены определенные зоны влияния дампинга на донные организмы.

Своего рода заключительные итоги по исследованию влияния дампинга грунтов на качество морской среды и биоту подвели Е. Н. Шаповалов, А. В. Ткалин и В. Л. Климова в [27], а также в коллективной монографии [28]. Ими обсуждены результаты изучения гидрохимических, гидрофизических и гидробиологических эффектов, сопровождающих сброс (дампинг) грунтов в прибрежной зоне, извлеченных при дноуглубительных работах. Представлены данные об объемах поступления некоторых загрязняющих веществ: нефтяных углеводородов, тяжелых металлов, взвешенного вещества по различным каналам, в том числе при дампинге. На основе натуральных наблюдений и экспериментов установлены некоторые закономерности поведения материалов сбросов при различных гидрометусловиях, определена граница фактического района захоронения. Предполагается, что зону влияния дампинга на донное население можно определить, используя пять характерных полихет. По итогам работ сотрудников ДВНИГМИ (в сотрудничестве с ТОИ ДВНЦ и МГУ) выяснилось, что негативное влияние дампинга в Амурском заливе распространяется на значительную часть акватории залива. По рекомендации ДВНИГМИ этот район дампинга был закрыт, в настоящее время дампинг грунтов производится в Уссурийском заливе, имеющим лучший водообмен с открытым морем, и на большей глубине.

В период с 1986 по 1990 г. можно выделить еще два дополнительных направления исследований: изучение фонового уровня загрязнения океана (в районах, удаленных от источников загрязнения и с применением более чувствительных методов анализа); и оценка возможных экологических последствий добычи полезных ископаемых с морского дна. Была выполнена серия экспедиций в восточную часть тропической зоны Тихого океана и в Индийский океан. Подробные результаты натуральных наблюдений, моделирования и экспертных оценок были опубликованы как в отечественных изданиях, так и за рубежом [29–32]. Существенный вклад в выполнение этих работ внесли сотрудники А. В. Севастьянов, Б. М. Борисов, Н. М. Кулинич, а также ряд работников ПУГМС, участвовавших в рейсах.

Таким образом, специалистами института был собран, проанализирован и обобщен обширный материал натуральных наблюдений за состоянием водной среды, созданы основы теоретических и модельных расчетов загрязняющих ингредиентов, испытаны и освоены различного рода технологические приемы исследований и высокоточное приборное оборудование и на этой основе намечены дальнейшие задачи и перспективы исследований.

Ведущими экологами А. В. Ткалиным, В. В. Поздеевым, Е. Н. Шаповаловым, Т. С. Лишавской, А. М. Фельдман, О. В. Зайцевым [33–36] обсуждена осуществляемая в ДВНИГМИ система мониторинга нефтяного загрязнения океана и прибрежной зоны Японского моря. Выявлена необходимость проведения комплексного, целевого, долгопериодного мониторинга с целью регулирования качества морской среды. Рассмотрен комплекс методов исследования нефтяного загрязнения морской среды: ИК спектроскопия, абсорбционная УФ

спектрофотометрия, газовая хроматография. Тщательно оценены и сравнены результаты натуральных наблюдений и численного моделирования распространения неконсервативной примеси с целью оптимизации сети станций мониторинга в прибрежной зоне моря. Также приведены методы и формулы для расчета испарения нефтепродуктов при водообмене и седиментации взвеси, их биохимической деструкции и расчета баланса нефтяных углеводородов в морской среде.

Изучение биологических откликов на загрязнение морской среды. Работы по этой проблеме выполняла группа биологов, пришедших в отдел в 1980–1982 гг.: Э. Г. Потиевский, В. В. Михайлов, Е. П. Иванова, Л. А. Романенко, И. Г. Ростовова, М. М. Буцковская [37–40]. Их исследования базировались на основе экспедиционных наблюдений, выполненных в 1982–1983 гг. в Японском море и северо-западной части Тихого океана.

В [37] приведены материалы исследования численности, пространственного распределения и таксономии бактериопланктона прибрежных и открытых вод Японского моря. Указано на антропогенное загрязнение прибрежных вод моря, в то время как открытые районы отвечают условиям чистых вод. В [38] обсуждена роль в процессах самоочищения морей от нефтяного загрязнения нефтеокисляющих микроорганизмов, проведено изучение количественного и качественного состава нефтеокисляющей микрофлоры прибрежных и открытых вод Японского моря. Исследование бактериопланктона в прибрежных водах моря показало, что летом процессы самоочищения моря путем микробной деградации нефтеуглеродов более выражены, чем в холодный период. Обнаружены аналогичные сезонные различия в степени адаптации бактериопланктона к нефтяным углеводородам в открытых водах. В [39] приведены материалы по изучению распространения бак-



А. В. Ткалин



И. И. Базылева, О. Н. Смирнова, А. М. Фельдман, А. В. Севастьянов, И. И. Кондратьев, Т. С. Шилина, Т. С. Лишавская (слева направо). 2005 г.

терий группы кишечной палочки (БГКП) в прибрежных и открытых водах северо-западной части Тихого океана. Получены данные о количественном и качественном составе БГКП. В [40] изложены результаты изучения бактерио- и фитопланктона вод залива Петра Великого. В прибрежных водах залива распространено разнообразное физиологически активное микробное население, которое участвует в биодеградации загрязняющих веществ. Высокая степень эвтрофированности вод ряда станций влечет за собой существенное возрастание величин первичной продукции.

Загрязнение атмосферного воздуха

По этой проблеме исследования велись в двух направлениях: изучение загрязнения атмосферного воздуха в городах Приморского края и исследования фонового состояния природной среды в Сихотэ-Алинском биосферном заповеднике (в сотрудничестве с ТИГ ДВНЦ). По первому направлению работали В. Г. Свинухов [41], Н. Б. Бенуж, Т. Е. Рассадникова [42–45], Р. М. Каючко и группа инженеров и техников (И. И. Базылева, Т. И. Кузнецова и др.); по второму — С. С. Лишавский, В. В. Поздеев [46], В. Г. Свинухов, А. Г. Музыченко [47], И. И. Кондратьев [48, 49], Г. Н. Товстоногова, В. И. Волженин и др. Как результат этих работ было опубликовано В. Г. Свинуховым [41] в кратком изложении методики применения факторного анализа для исследования содержания сернистого ангидрида, окиси углерода и двуокиси азота в атмосфере Владивостока. Приведены корреляционные матрицы загрязняющих веществ для утренних и вечерних концентраций, а также матрицы факторных нагрузок. Выявлены факторы, описывающие загрязнение на пунктах наблюдения города. Н. Б. Бенуж

[42, 43] рассмотрены и проанализированы особенности загрязнения воздуха в зависимости от метеорологических условий и, наконец, Н. Б. Бенуж и Т. Е. Рассадниковой [44, 45] представлены схемы и рекомендации для разработки прогнозов загрязнения воздуха. В рамках исследования фонового состояния природной среды в Сихотэ-Алинском заповеднике, С. С. Лишавским и В. В. Поздеевым [46] рассмотрен возможный вклад различных промышленных объектов Приморского края в атмосферные выпадения на территорию биосферного заповедника. Приведены оценки выпадений микроэлементов в различных районах заповедника. В. Г. Свинуховым и А. Г. Музыченко [47] установлены достоверные связи между радиоактивным загрязнением атмосферы и рядом метеорологических элементов, а И. И. Кондратьевым [48, 49] рассмотрены методы математической обработки стинтилляционных гамма-спектров проб аэрозолей с использованием корреляционного фильтрования и математической обработки рентгеновских и гамма-спектров.

Результаты исследований, выполненных специалистами отдела по упомянутым направлениям, включались также в ежегодные обзоры ИГКЭ (см., например, [50–52]).

Международное сотрудничество в области экологии

С 1987 г., в рамках соответствующего межправительственного соглашения, началось сотрудничество специалистов ДВНИГМИ и Гидрометслужбы КНДР. В частности, сотрудниками ДВНИГМИ (А. М. Фельдман, А. В. Ткалин и др.) были разработаны рекомендации по организации системы мониторинга прибрежных морских вод КНДР.

Были также выполнены две рекогносцировочные съемки по изучению гидрологии, гидрохимии и химического загрязнения в экономической зоне КНДР в Японском и Желтом морях. Результаты этих съемок, наряду с данными, полученными в экспедициях ДВНИГМИ в Южно-Китайском и Восточно-Китайском морях, докладывались на многочисленных национальных и международных конференциях, были опубликованы в отечественной и иностранной периодике [53–60]. В результате специалисты ДВНИГМИ стали известны не только у себя в стране, что позволило существенно расширить международное сотрудничество в 1991–2000 гг. Работы в КНДР были продолжены в 1990–1991 гг. на контрактной основе.

В конце восьмидесятых — начале девяностых годов натурные наблюдения проводились, в основном, на шельфе Японского и Охотского морей. Интерес к исследованиям шельфовой зоны обуславливался главным образом потребностями разведки и добычи углеводородного сырья и биоресурсов. Экологические исследования продолжались по контрактам с рыбохозяйственными и нефтегазодобывающими организациями и в рамках международного сотрудничества (как в форме совместных экспедиций, так и в виде различных грантов, стипендий и т. п.). В связи с вышеупомянутыми причинами, основным направлением работ стали исследования экологии дальневосточных морей России, а также прибрежной зоны стран Азиатско-Тихоокеанского региона. Основу коллектива экологов в этот период составили следующие сотрудники (в алфавитном порядке): Т. А. Белан, Т. С. Ливашевская, Е. В. Олейник, А. В. Ткалин, Т. В. Чаткина, С. И. Черных.

В этот период специалисты ДВНИГМИ выполнили большое количество специализированных экспедиций на шельфе Камчатки и Сахалина. На Сахалине были обследованы различные районы, включая заливы Анива и Сахалинский, Татарский пролив, а также акватории некоторых портов, но, в основном, работы выполнялись на нефтегазоносных площадях на северо-восточном шельфе. Работы выполнялись по заказу ТИНРО, компаний Эксон, Мобил, Сахалинская Энергия и других.



А. В. Ткалин и В. В. Поздеев

Наибольший объем работ был выполнен по контрактам с компанией Сахалинская Энергия, которая начала промышленную добычу нефти на Сахалинском шельфе в 1999 году. В частности, регулярно (ежегодно, начиная с 1998 года) выполнялся экологический мониторинг вокруг добывающей платформы «Моликпак». Результаты экологических исследований на шельфе Охотского моря были обобщены в многочисленных отчетах ДВНИГМИ и в ряде публикаций (см., например, [61–69]).

Другим важным районом экологических исследований специалистов ДВНИГМИ в прибрежной зоне моря являлся залив Петра Великого. В частности, было в деталях изучено распределение токсичных металлов, хлорированных углеводородов и радионуклидов в воде и в донных отложениях залива, для чего, например, в 1994 году была организована комплексная экспедиция (с участием нескольких организаций) на НИС ДВНИГМИ «Академик Школьский» и двух вспомогательных судах для работы на мелководье. В сотрудничестве с Институтом биологии моря (ИБМ) ДВО РАН специалисты ДВНИГМИ участвовали в работах в приустьевой зоне р. Туманная. Многочисленные исследования в заливе Петра Великого (включая второстепенные заливы Восток, Стрелок, Посыет и другие) были обобщены в ряде публикаций [70–78]. Частично эти работы финансировались по грантам программы Фулбрайта и по программе «Биологическое разнообразие».

Именно в заливе Петра Великого специалисты ДВНИГМИ применили новый метод мониторинга состояния прибрежных вод: «Mussel Watch» (мониторинг моллюсков). При этом, начиная с 1995 г., отбирались пробы моллюсков (различных видов мидий и устриц) и подстилающих донных отложений в различных акваториях вокруг Владивостока (как вблизи источников поступления загрязняющих веществ, так и в фоновых районах). В результате была получена детальная картина распределения токсичных металлов, радионуклидов и хлорорганических пестицидов в районе



Совместная российско-японская экспедиция. 2002 г.

Владивостока [79–83]. Следует заметить, что часть этих работ была профинансирована за счет грантов, полученных от МАГАТЭ, НАТО и фонда Earthwatch.

Начиная с 1994 г., в рамках межправительственных соглашений с Японией и Кореей (с 1999 г. — только с Японией, через Международный научно-технический центр в Москве), специалисты ДВНИГМИ выполнили ряд экспедиций по изучению распределения и поведения радионуклидов в водной толще и донных отложениях Японского и Охотского морей и северо-западной части Тихого океана. В том числе были обследованы районы захоронения российских, японских и корейских радиоактивных отходов в море. Результаты этих исследований опубликованы в ряде статей, подготовленных, в основном, совместно всеми участниками работ [84–89].

Как уже неоднократно отмечалось выше, международное сотрудничество со странами Азиатско-Тихоокеанского региона позволило специалистам ДВНИГМИ продолжить экологические исследования в последнее десятилетие. Так, с 1991 по 2003 г. были выполнены совместные экспедиционные исследования со специалистами Китая, Кореи, Вьетнама, Канады, Японии и США. Как правило, результаты этих работ публиковались за рубежом в виде совместных статей [90–99].

Таким образом, благодаря активному международному сотрудничеству и работам на контрактной основе, экологические исследования в ДВНИГМИ выполняются и в настоящее время. Ведущие специалисты-экологи ДВНИГМИ входят в состав ряда международных организаций, регулярно выступают с докладами на международных конференциях, выезжают за рубеж для выполнения совместных проектов. Это позволяет с уверенностью надеяться, что экологические исследования в ДВНИГМИ будут продолжаться и в будущем. Наряду с сотрудничеством с зарубежными странами, специалисты-экологи так же активно работают совместно с сотрудниками ТИНРО, ИБМ, ТИГ и ТОИ ДВО РАН.

Литература

1. **Беленький В. С.** Особенности распределения концентраций продуктов деления над Тихим и Индийским океанами и их использование при исследовании внутритропической зоны конвергенции // Тр. ДВНИГМИ. 1975. Вып. 55. С. 149–159.
2. Оценки миграции загрязняющих веществ и их воздействия на природную среду Под ред. В. С. **Беленького** // Тр. ДВНИГМИ. 1980. 141 с.
3. **Редковская З. П.** О влиянии химического загрязнения на кислородный режим залива Петра Великого // Тр. ДВНИГМИ. 1980. С. 94–103.
4. **Редковская З. П.** Исследование факторов, влияющих на деструкцию загрязняющих веществ в условиях залива Петра Великого // Тр. ДВНИГМИ. 1980. Вып. 92. С. 42–46.
5. **Ткалин А. В.** Влияние нефтяного загрязнения на кислородный режим поверхностных вод океана // Тр. ДВНИГМИ. 1980. Вып. 91. С. 13–21.
6. **Беленький В. С., Ткалин А. В.** Некоторые оценки влияния пленок нефтепродуктов на процессы обмена между океаном и атмосферой // Тр. ДВНИГМИ. 1980. Вып. 92. С. 3–11.
7. **Ткалин А. В.** Нефтяное загрязнение и кислородный режим поверхностных вод океана // Тр. ДВНИГМИ. 1980. Вып. 92. С. 47–53.
8. **Аникиев В. В., Мишуков В. Ф., Ткалин А. В.** О влиянии пленок нефти на ход метеозлементов в приводном слое атмосферы // В сб.: Комплексные исследо-

вания проблемы антропогенного загрязнения океана. Владивосток: ДВНЦ АН СССР. 1981. С. 105–113.

9. **Беленький В. С., Ткалин А. В.** Теоретическая оценка влияния нефтяной пленки на газообмен между океаном и атмосферой // В сб.: Комплексные исследования проблемы антропогенного загрязнения океана. Владивосток: ДВНЦ АН СССР. 1981. С. 114–132.

10. Влияние загрязнения поверхностного слоя на тепло-, газо- и влагообмен океана с атмосферой. Проблемы химического загрязнения вод Мирового океана. Под ред. Э. К. **Бютнер** и А. С. **Дубова**. Том 3. Л.: Гидрометеиздат. 1985. 128 с.

11. **Лишавский С. С.** Оценка содержания нефтепродуктов в приводном слое атмосферы над некоторыми районами Тихого океана // Тр. ДВНИГМИ. 1980. Вып. 92. С. 67–71.

12. **Беленький В. С., Ткалин А. В.** Нефтяное загрязнение вод северо-западной части Тихого океана // Метеорология и гидрология. 1984. № 12. С. 108–111.

13. **Беленький В. С., Головакина Г. С., Ткалин А. В., Фельдман А. М.** Динамика загрязнения вод северо-западной части Тихого океана в 1976–1982 гг // В сб. Проблемы химического загрязнения океанических вод. Под ред. д.г.н. А. И. **Симонова**. Л.: Гидрометеиздат. 1985. С. 83–88.

14. **Беленький В. С., Ткалин А. В.** Рекогносцировочные исследования фонового загрязнения поверхностных вод океана нефтяными углеводородами // В сб. Мониторинг фонового загрязнения природных сред. Под ред. чл.-корр. АН СССР Ю. А. **Израэля** и проф. Ф. Л. **Ровинского**. Л.: Гидрометеиздат. 1986. Вып. 3. С. 213–216.

15. **Ткалин А. В., Фельдман А. М.** Загрязнение нефтепродуктами толщи вод северо-западной части Тихого океана // Тр. ДВНИГМИ. 1986. Вып. 114. С. 43–49.

16. **Ткалин А. В.** Накопление загрязняющих веществ в поверхностном микрослое моря в районах с различной интенсивностью антропогенного влияния // Тр. ДВНИГМИ. 1986. Вып. 114. С. 50–54.

17. **Калмаков А. А., Ткалин А. В.** Результаты исследований химического загрязнения вод Тихого океана // Метеорология и гидрология. 1986. № 5. С. 67–72.

18. **Поздеев В. В.** Содержание углеводородов нефтяного типа в приводном слое атмосферы над некоторыми районами Тихого океана // Тр. ДВНИГМИ. 1986. Вып. 114. С. 17–21.

19. **Ткалин А. В.** Нефтяные пленки на поверхности моря: теоретические оценки и данные наблюдений // Тр. ДВНИГМИ. 1986. Вып. 114. С. 10–16.

20. **Ткалин А. В.** Испарение нефтяных углеводородов из пленок на гладкой поверхности моря // Океанология. 1986. Т. XXVI. Вып. 4. С. 638–630.

21. **Ткалин А. В.** Моделирование нефтяного загрязнения полузамкнутой морской акватории // Тр. ДВНИГМИ. 1986. Вып. 125. С. 46–53.

22. **Ткалин А. В., Фельдман А. М.** Расчет баланса нефтепродуктов для залива Петра Великого (Японское море) // Тр. ДВНИИ. 1986. Вып. 37. С. 7–13.

23. **Константинов О. Г., Шаповалов Е. Н.** Обнаружение органических пленок на поверхности моря по измерениям яркости моря и неба у горизонта // Тр. ДВНИИ. 1986. Вып. 114. С. 22–26.

24. **Ткалин А. В., Шаповалов Е. Н.** Поступление нефтяных углеводородов в морскую воду при взмучивании загрязненных донных отложений // Океанология. 1985. Т. XXV. Вып. 5. С. 775–779.

25. **Ткалин А. В., Шаповалов Е. Н.** Оценка масштабов влияния дампинга грунтов на морскую среду по содержанию тяжелых металлов в донных отложениях. В

сб.: Итоги исследований в связи со сбросом отходов в море. Под ред. И. А. Шлыгина и Е. В. Борисова. М.: Гидрометеиздат. 1988. С. 181–187.

26. Климова В. Л. Оценка последствий сброса грунта по биологическим показателям в районах дампинга в Японском море. В сб.: Итоги исследований в связи со сбросом отходов в море. Под ред. И. А. Шлыгина и Е. В. Борисова. М.: Гидрометеиздат. 1988. С. 137–141.

27. Шаповалов Е. Н., Ткалин А. В., Климова В. Л. Влияние дампинга грунтов на качество морской среды и биоту // *Метеорология и гидрология*. 1989. № 6. С. 82–86.

28. Результаты океанологических исследований в восточной части тропической зоны Тихого океана. Под ред. В. А. Рожкова и А. Ф. Ляшенко. Л.: Гидрометеиздат. 1990. 293 с.

29. Ткалин А. В. Фоновый уровень содержания некоторых органических загрязняющих веществ в водах Тихого океана // *Океанология*. 1988. № 6. С. 958.

30. Некоторые региональные последствия антропогенного воздействия на морскую среду. Под ред. А. В. Ткалина // *Тр. ДВНИГМИ*. 1990. Вып. 144. 107 с.

31. Tkalin A.V. Possible ecological consequences of ferromanganese nodule mining from the Pacific Ocean floor. In: *Oceanic and Anthropogenic Controls of Life in the Pacific Ocean*. Edited by V.I. Ilyichev and V.V. Anikiev. Amsterdam: Kluwer Academic Publishers, 1992, 225–234.

32. Кулинич Н. М. Сравнительная оценка некоторых механизмов влияния взвесей на испарение с поверхности воды // *Тр. ДВНИИ*. 1987. Вып. 131. С. 85–88.

33. Поздеев В. В., Ткалин А. В., Фельдман А. М., Шаповалов Е. Н. Мониторинг нефтяного загрязнения северо-западной части Тихого океана и прибрежной зоны Японского моря // *Труды ДВНИИ*. 1986. Вып. 37. С. 3–6.

34. Лишавская Т. С., Ткалин А. В. Применение некоторых методов идентификации источников нефтяного загрязнения морской среды // *Тр. ДВНИИ*. 1986. Вып. 37. С. 21–29.

35. Зайцев О. В., Ткалин А. В., Шаповалов Е. Н. Оптимизация сети станций мониторинга в прибрежной зоне моря // *Тр. ДВНИИ*. 1986. Вып. 131. С. 12–20.

36. Ткалин А. В., Шаповалов Е. Н. Изучение и моделирование нефтяного загрязнения прибрежной зоны моря // *Тр. ДВНИИ*. 1986. Вып. 131. С. 3–11.

37. Потиевский Э. Г., Михайлов В. В., Иванова Е. П., Романенко Л. А. Микробиологическое изучение нефтяного загрязнения прибрежных и открытых вод Японского моря // *Тр. ДВНИИ*. 1987. Вып. 131. С. 21–24.

38. Михайлов В. В., Потиевский Э. Г., Иванова Е. П., Романенко Л. А. Изучение бактериопланктона прибрежных и открытых вод Японского моря // *Тр. ДВНИИ*. 1987. Вып. 131. С. 41–47.

39. Потиевский Э. Г., Михайлов В. В., Иванова Е. П., Романенко Л. А. Бактерии группы кишечной палочки в морских водах северо-западной части Тихого океана // *Тр. ДВНИИ*. 1987. Вып. 131. С. 48–49.

40. Иванова Е. П., Романенко Л. А., Ростомова И. Г. Роль гидробиологических исследований в охране природной среды // *Тр. ДВНИГМИ*. 1988. Вып. 132. С. 53–59.

41. Свинухов В. Г. Применение факторного анализа для исследования содержания некоторых примесей в атмосфере города // *Тр. ДВНИИ*. 1986. Вып. 37. С. 137–141.

42. Бенуж Н. Б. Некоторые характеристики Турбулентного обмена на юге Приморского края // *Тр. ДВНИИ*. 1987. Вып. 131. С. 95–102.

43. Бенуж Н. Б. Особенности загрязнения воздуха во Владивостоке при тумане // *Тр. ДВНИИ*. 1987. Вып. 131. С. 103–108.

44. Бенуж Н. Б., Рассадникова Т. Е. Влияние метеорологических условий на загрязнение воздуха и его прогноз во Владивостоке // *Тр. ДВНИИ*. 1986. Вып. 37. С. 128–132.

45. Рассадникова Т. Е., Бенуж Н. Б. Условия формирования периодов высокого уровня загрязнения воздуха во Владивостоке // *Тр. ДВНИИ*. 1986. Вып. 37. С. 133–136.

46. Лишавский С. С., Поздеев В. В. О химическом составе атмосферных выпадений в Сихотэ-Алинском биосферном заповеднике // *Тр. ДВНИИ*. 1986. Вып. 37. С. 142–147.

47. Свинухов В. Г., Музыченко А. Г. Исследование связей между уровнями радиоактивности и метеорологическими параметрами в приземном слое атмосферы тропической зоны Тихого океана // *Тр. ДВНИИ*. 1986. Вып. 114. С. 60–71.

48. Кондратьев И. И. Математическая обработка гамма-спектров проб аэрозолей с использованием метода корреляционного фильтрования // *Тр. ДВНИГМИ*. 1986. Вып. 91. С. 78–83.

49. Кондратьев И. И. Метод математической обработки рентгеновских и гамма-спектров // *Тр. ДВНИИ*. 1986. Вып. 131. С. 109–115.

50. Обзор состояния химического загрязнения отдельных районов Мирового океана за период 1983–85 гг. М.: ВНИИГМИ-МЦД. 1987.

51. Обзор фонового состояния окружающей природной среды в СССР за 1987 г. М.: Гидрометеиздат. 1988. 96 с.

52. Обзор экологического состояния морей СССР и отдельных районов Мирового океана за 1990 год. Под ред. Ю. А. Изразля и А. В. Цыбань // С.-П.: Гидрометеиздат. 1992. 144 с.

53. Ткалин А. В., Шаповалов Е. Н., Ко Зун Бон. Загрязнение прибрежных вод КНДР // *Метеорология и гидрология*. 1991. № 3. С. 81–85.

54. Tkalin A. V., Shapovalov E.N. Influence of typhoon Judy on chemistry and pollution of the Japan Sea coastal waters near the Tumangan River mouth // *Ocean Research*. 1991, Vol. 13. P. 95–101.

55. Tkalin A. V. Bottom sediment pollution in some coastal areas of the Sea of Japan // *Ocean Research*. 1992, Vol. 14. P. 71–75.

56. Tkalin A. V. Some organic pollutants in the Pacific Ocean marginal seas // *Journal of Ecological Chemistry*. 1993. Vol. 1. P. 105–107.

57. Tkalin A. V. Present state of the organic chemical pollution of the western Pacific Ocean surface waters // *Ocean Research*. 1991. Vol. 13. P. 103–108.

58. Tkalin A. V. Chemical pollution of the NW Pacific // *Marine Pollution Bulletin*. 1991. Vol. 22. P. 455–457.

59. Tkalin A. V. Present status of the Japan Sea chemical pollution: an overview. *La Mer*, 1992. Vol. 30. P. 1–4.

60. Tkalin A. V., Belan T. A., Shapovalov E. N. The state of the marine environment near Vladivostok, Russia // *Marine Pollution Bulletin*. 1993. Vol. 26. P. 418–422.

61. Tkalin A. V. Background pollution characteristics of the NE Sakhalin Island shelf // *Marine Pollution Bulletin*. 1993. Vol. 26. P. 704–705.

62. Tkalin A. V., Belan T. A. Ecological investigations on the Okhotsk Sea shelf // In: *Pacific Annual, 1991–1992, Vladivostok: Far East Branch of the Russian Academy of Sciences*. 1993. P. 135–143.

- 63. Tkalin A. V., Belan T. A.** Background ecological conditions of the NE Sakhalin Island shelf // *Ocean Research*. 1993. Vol. 15. P. 169–176.
- 64. Tkalin A. V., Belan T. A.** Shelf ecosystems of the Sea of Japan and the Sea of Okhotsk under conditions of anthropogenic impact // *International Maritime Organization Publication IMO-274/94*. 1994. P. 259–264.
- 65. Belan T. A., Oleynik E. V., Tkalin A. V., Lishavskaya T. S.** Characteristics of pelagic and benthic communities on the North Sakhalin Island Shelf // *PICES Scientific Report No. 6*. 1996. P. 227–229.
- 66. Belan T. A., Oleynik E. V.** Background benthos study at North Sakhalin Island shelf in 1994 // *Ocean Research*. 1997. Vol. 19. P. 121–126.
- 67. Ткалин А. В., Ройл Д. Дж., Сергушева О. О.** Некоторые результаты экологического мониторинга Пильтун-Астохской площади в 1998 году. В сб. Гидрометеорологические и экологические условия дальневосточных морей: оценка воздействия на морскую среду // Тематический вып. ДВНИГМИ. № 2. 1999. С. 145–160.
- 68. Олейник Е. В.** Видовой состав и количественные характеристики зоопланктона и ихтиопланктона в летних и осенних сборах в районе северо-восточного побережья о. Сахалин. В сб.: Гидрометеорологические и экологические условия дальневосточных морей: оценка воздействия на морскую среду // Тематический вып. ДВНИГМИ. № 2. 1999. С. 161–166.
- 69. Ткалин А. В., Белан Т. А., Лишавская Т. С., Олейник Е. В.** Экологические характеристики шельфа северо-восточного Сахалина // *Тр. ДВНИГМИ*. 2000. Вып. 140. С. 52–59.
- 70. Tkalin A. V.** Chlorinated hydrocarbons in coastal bottom sediments of the Japan Sea // *Environmental Pollution*. 1996. Vol. 91. P. 183–185.
- 71. Tkalin A. V., Presley B. J., Boothe P. N.** Spatial and temporal variations of trace metals in bottom sediments of Peter the Great Bay, the Sea of Japan // *Environmental Pollution*. 1996. Vol. 92. P. 73–78.
- 72. Белан Т. А.** Экологические исследования в заливе Стрелок и бухте Рифовой. В сб.: Гидрометеорологические и экологические условия дальневосточных морей: оценка воздействия на морскую среду // Тематический вып. ДВНИГМИ № 1. 1998. С. 125–130.
- 73. Олейник Е. В.** Исследование состояния сообществ двустворчатых моллюсков в Амурском заливе. В сб.: Гидрометеорологические и экологические условия дальневосточных морей: оценка воздействия на морскую среду // Тематический вып. ДВНИГМИ № 1. 1998. С. 131–135.
- 74. Белан Т. А.** О состоянии придонной макрофауны залива Находка в 1995 году. В сб.: Гидрометеорологические и экологические условия дальневосточных морей: оценка воздействия на морскую среду // Тематический вып. ДВНИГМИ № 2. 1999. С. 167–175.
- 75. Belan T. A.** Preliminary study of the benthic macrofauna ecology at the area between Tumangang River mouth and Furugelm Island in 1996 // *Ocean Research*. 1999. Vol. 21. P. 1–11.
- 76. Tkalin A. V.** Marine environment contamination near Tumangang (Tumen) River mouth // *Ocean Research*. 1999. Vol. 21. P. 81–86.
- 77. Tkalin A. V., Chaykovskaya E. L.** Anthropogenic radionuclides in Peter the Great bay // *Journal of Environmental Radioactivity*. 2000. Vol. 51. P. 229–238.
- 78. Belan T. A.** Benthos abundance pattern and species composition in conditions of pollution in Amursky bay (the Peter Bay, the Sea of Japan) // *Marine Pollution Bulletin*. 2003. In press.
- 79. Tkalin A. V., Lishavskaya T. S., Hills J. W.** Persistent organic pollutants in mussels and bottom sediments from Peter the Great Bay near Vladivostok // *Ocean Research*. 1997. Vol. 19. P. 115–119.
- 80. Ткалин А. В.** Оценка состояния морской среды в районе Владивостока по содержанию поллютантов в моллюсках и грунтах. В сб.: Гидрометеорологические и экологические условия дальневосточных морей: оценка воздействия на морскую среду // Тематический вып. ДВНИГМИ № 1. 1998. С. 114–124.
- 81. Tkalin A. V., Lishavskaya T. S., Shulkin V. M.** Radionuclides and trace metals in mussels and bottom sediments around Vladivostok, Russia // *Marine Pollution Bulletin*. 1998. Vol. 36. P. 551–554.
- 82. Tkalin A. V., Samsonov D. P., Lishavskaya T. S., Chernik G. V.** New data on organochlorine distributions in the marine environment near Vladivostok // *Marine Pollution Bulletin*. 2000. Vol. 40. P. 879–881.
- 83. Шулькин В. М., Кавун В. Я., Ткалин А. В., Пресли Б. Дж.** Влияние концентрации металлов в донных отложениях на их накопление митилидами *Ctenomytilis grayanus* и *Modiolus kurilensis* // *Биология моря*. 2002. № 1. С. 53–60.
- 84. Tkalin A. V.** Investigations of marine environment radioactivity in the dumping areas and coastal zone of the Sea of Japan // *Arctic Research of the United States*. 1995. Vol. 9. P. 88–89.
- 85. Hirose K., Amano H., Baxter M. S., Chaykovskaya E., Chumichev V. B., Hong G. H., Isogai K., Kim C. K., Kim S. H., Miyao T., Morimoto T., Nikitin A., Oda K., Pettersson H. B. L., Povinec P. P., Seto Y., Tkalin A., Togawa O., Veletova N. K.** Anthropogenic radionuclides in seawater in the East Sea/Japan Sea: results of the first stage of Japanese-Korean-Russian expedition // *Journal of Environmental Radioactivity*. 1999. Vol. 43. P. 1–13.
- 86. Ikeuchi Y., Amano H., Aoyama M., Berezhnov V. I., Chaykovskaya E., Chumichev V. B., Chung C. S., Gastaud J., Hirose K., Hong G. H., Kim C. K., Kim S. H., Miyao T., Morimoto T., Nikitin A., Oda K., Povinec P. P., Pettersson H. B. L., Tkalin A., Togawa O., Veletova N. K.** Anthropogenic radionuclides in seawater of the Far Eastern seas // *Science of the Total Environment*. 1999. Vol. 237–238. P. 203–212.
- 87. Pettersson H. B. L., Amano H., Berezhnov V. I., Chaykovskaya E., Chumichev V. B., Chung C. S., Gastaud J., Hirose K., Hong G. H., Kim C. K., Kim S. H., Lee S. H., Morimoto T., Nikitin A., Oda K., Povinec P. P., Suzuki E., Tkalin A., Togawa O., Veletova N. K., Volkov Y., Yoshida K.** Anthropogenic radionuclides in sediments in the NW Pacific Ocean and its marginal seas. Results of the 1994-1995 Japanese-Korean-Russian Expeditions // *Science of the Total Environment*. 1999. Vol. 237-238. P. 213–224.
- 88. Hong G. H., Kim Y. I., Lee S. H., Cooper L. W., Choe S. M., Tkalin A. V., Lee T., Kim S. H., Chung C. S., Hirose K.** ²³⁹⁺²⁴⁰Pu and ¹³⁷Cs concentrations for zooplankton and nekton in the Northwest Pacific and Antarctic Oceans (1993–1996) // *Marine Pollution Bulletin*. 2002. Vol. 44. P. 660–665.
- 89. Ito T., Aramaki T., Kitamura T., Otosaka S., Suzuki T., Togawa O., Kobayashi T., Senjyu T., Chaykovskaya E. L., Karasev E. V., Lishavskaya T. S., Novichkov V. P., Tkalin A. V., Shcherbinin A. F., Volkov Yu. N.** Anthropogenic radionuclides in the Japan Sea: their distributions and transport processes // *Journal of Environmental Radioactivity*. 2003. In press.
- 90. Zhu D., Tkalin A. V.** Bottom sediment pollution in Lianyungang harbour, China // *Ocean Research*. 1994. Vol. 16. P. 13–18.

- 91. Hong G. H., Park S. K., Chung C. S., Kim S. H., Tkalin A. V., Lishavskaya T. S.** Biogenic particulate matter accumulation in Peter the Great Bay, East Sea (Japan Sea) // *The Journal of the Korean Society of Oceanography*. 1996. Vol. 31. P. 134–143.
- 92. Tkalin A. V., Lishavskaya T. S., Veretshak A. A.** Persistent organochlorines in the East Sea (Japan Sea) // *Ocean Research*. 1996. Vol. 18. P. 159–163.
- 93. Hong G. H., Kim S. H., Lee S. H., Chung C. S., Tkalin A. V., Chaykovskaya E. L., Hamilton T. F.** Artificial radionuclides in the East Sea (Sea of Japan) proper and Peter the Great Bay // *Marine Pollution Bulletin*. 1999. Vol. 38. P. 933–943.
- 94. Ткалин А. В., Лишавская Т. С.** Рекогносцировочные исследования органических загрязняющих веществ на шельфе Вьетнама // *Труды ДВНИГМИ*, 2000. Вып. 140. С. 180–183.
- 95. Tkalin A. V., Lishavskaya T. S., Kovekovdova L. T., Simakon M. V., Shulkin V. M., Bogdanova N. N., Primak T. L., Slinko E. A.** Environmental assessment of Vancouver Harbour: the results of an international workshop — trace metals // *PICES Scientific Report № 16*. 2001. P. 23–26.
- 96. Je J. G., Belan T. A., Levings C. D., and Koo B. J.** Changes in benthic communities along a presumed pollution gradient in Vancouver Harbour // *PICES Scientific Report № 16*. 2001. P. 57–60.
- 97. Belan T. A.** Marine environmental quality assessment using polychaete taxocene characteristics in Vancouver Harbour // *PICES Scientific Report № 16*. 2001. P. 64–68.
- 98. In Monirith, Daisuke Ueno, Shin Takahashi, Haruhiko Nakata, Agus Sudaryanto, Annamalai Subramanian, Subramanian Karuppiahm, Ahmad Ismail, Muswerry Mughtar, Jinshu Zheng, B. J. Richardson, Maricar Prudente, Ngyen Duc Hue, Touch Seang Tana, Alexander V. Tkalin, Shinsuke Tanabe.** Asia-Pacific Mussel watch: monitoring contamination of persistent organochlorine compounds in coastal waters of Asian countries // *Marine Pollution Bulletin*. 2003. Vol. 46. P. 281–300.
- 99. Kachur A. N., Tkalin A. V.** Sea of Japan. In: *Seas at the Millenium: An Environmental Evaluation* (ed. by C. Sheppard) // *Elsevier Science Vol. II*, Amsterdam: 2000. P. 467–480.